

De afvalwaters van de Antwerpse ruïen en moerriolen

ir. I. COEN

Hoofdingenieur-Directeur van Bruggen en Wegen
Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout

INLEIDING

Voor de zuivering van de afvalwaters van een deel der gemeenten Hoboken, Wilrijk en Antwerpen is de oprichting van een zuiveringsinstallatie gepland ten zuiden van de stad (Zuidsector), op de gronden tussen de Groothandelsmarkt, de Kleine Ring en de petroleuminstallaties.

Een latere uitbreiding is voorzien voor de zuivering van de afvalwaters van de ruïen en moerriolen van het stadscentrum.

Door het Waterbouwkundig Laboratorium werd door intensieve terreinmetingen de droogweder-, regenafvoer en verontreinigingsvracht van deze afvalwaters bepaald. Tevens werden de mogelijke oplossingen voor de afvoer van de afvalwaters naar het zuiveringsstation onderzocht, waarbij ervan uitgegaan werd dat het huidige bergingsvermogen van de ruïen ook in de toekomst zoveel mogelijk dient benut.

Deze studie werd uitgevoerd in samenwerking met de Dienst voor Werken der Stad Antwerpen, het Provinciaal Instituut voor Hygiëne en de Provinciale Technische Diensten. De coördinatie berustte bij de Dienst voor Zuivering van Afvalwater van het Ministerie van Volksgezondheid.

1. BESCHRIJVING EN FUNCTIONERING VAN HET RUIENSTELSEL

A. Algemeen

Het ruïenstelsel valt onder het beheer van de Dienst voor Werken van de Stad Antwerpen. De ruïen ontvangen niet alleen het huishoudelijk en industrieel afvalwater maar ook het regenwater van het stadscentrum. De afvoer geschiedt dus volgens een volkomen gemengd systeem.

Historisch gegroeid uit de verschillende stadsuitbreidingen, dragen de ruïen hiervan de duidelijke sporen, wat zowel blijkt uit de onregelmatigheden van plattegrond en dwarssecties, als uit de bouwwijze en de aard der overwelvingen.

De figuur 1 toont een plattegrond van de ruïen en moerriolen. Wegens het zeer onregelmatig karakter van de dwarssecties is het hier niet mogelijk deze weer te geven. Gemiddeld genomen bedragen de breedten 3 tot 5 meter. Op sommige plaatsen bereiken ze echter 7,50 m en meer. De kleinste breedten komen in de Burchtgracht voor (circa 2 m en minder). Op het einde der 19e eeuw werden de sterkste breedteverschillen weggewerkt door het aanbrengen van zijdelingse ophogingen.

Het plafond, meestal als gewelf uitgevoerd, bereikt, ten opzichte van de bodem, hoogten van 3 tot 5 meter. Muren en plafond zijn grotendeels in metselwerk uitgevoerd, de bodem met kasseien bevoerd. De bodem vertoont oneffenhe-

den in langszin, zodat de bodemhellingen onregelmatig verlopen.

B. De verschillende bekkens

In de ruïen en moerriolen bevinden zich een aantal schuiven en deuren die een regeling van de afwatering mogelijk maken, vooral noodzakelijk wegens het getij op de Schelde.

De afwatering is volledig afhankelijk van de bediening van deze verschillende regelorganen. Op de figuur 1 zijn enkele schuiven en kleppen weergegeven van de in totaal 59 afsluitmiddelen.

Door middel van bepaalde schuiven en deuren kunnen de ruïen en moerriolen onderverdeeld worden in gedeelten waarvan de vulling en lediging los van de rest van het stelsel kan geschieden, aldus min of meer afzonderlijke hydrografische bekkens vormend.

TABEL 1. - Hydrografische bekkens.

Nr. Omschrijving	Oppervlakte ha	Bevolking aug. '81	Afvloeiingscoëfficiënt	
			Theoretisch	Metingen
I. Brouwersvliet	27,26	1.660	0,72	0,81
II. St.-Pietersvliet-Falconrui	48,54	4.000		0,77
III. Suikerrui-Meir-Mechelsesteenweg	186,35	17.000		0,70
IV. St.-Jansvliet	36,47	4.400		0,78
V. Scheldestraat	127,23	17.840		0,67
VI. Van der Sweepstraat	23,66	2.300		0,73
VII. St.-Jansplein-Park	59,30	6.000		0,68
Totaal	508,81	53.200	0,72	0,71

Op deze wijze kunnen zeven deelbekkens onderscheiden worden, die wat afwatering betreft een zekere eenheid vormen, namelijk (I) bekken van de Brouwersvliet, (II) bekken van de St.-Pietersvliet-Falconrui, (III) bekken van de Suikerrui-Meir-Mechelsesteenweg, (IV) bekken van de St.-Jansvliet, (V) bekken van Scheldestraat, (VI) bekken van de Van der Sweepstraat, (VII) bekken van het St.-Jansplein - Stadspark. (Zie figuur 1.)

De hydrografische oppervlakte van deze deelbekkens en van het totale bekken, alsmede de bevolkingsaantallen zijn in de tabel I weergegeven.

C. Functionering van het ruïenstelsel

Wegens de rechtstreekse uitmonding van de ruïen in de Schelde is de afvoer van de afvalwaters volledig afhankelijk van de getijstanden in de rivier en kan er dus alleen bij voldoende lage waterstanden geloosd worden. Te Antwerpen bedraagt het gemiddeld tijverschil ongeveer vijf meter (laagwatercota ± 0.00 m, hoogwatercota* ± 5.00 m).

Bij opkomend getij in de Schelde moeten de hoofdschuiven die zich aan de uitmonding van de ruïen bevinden (zie figuur 1), gesloten worden, om eventuele overstromingen in de stad te vermijden.

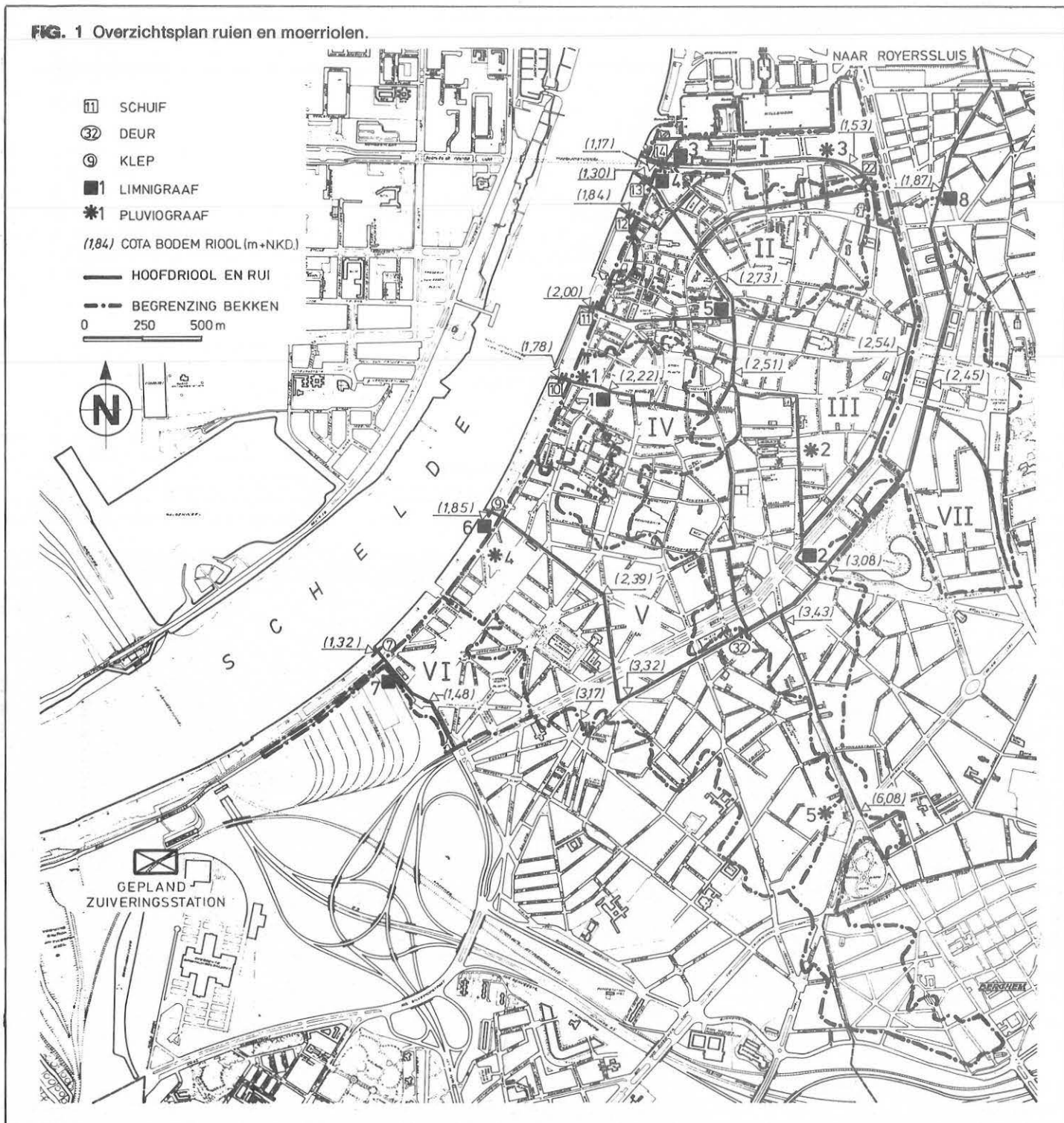
Dit heeft tot praktisch gevolg dat de ruïen per dag slechts gedurende een vier-tal uren geleidigd worden, namelijk gedurende de dag, in principe vanaf ongeveer twee uur vóór, tot ongeveer twee uur na laag water.

Gedurende de overige twintig uren verzamelt het afvalwater en regenwater zich in het ruïenstelsel. De inhoud van de ruïen is voldoende groot om deze berging mogelijk te maken.

Bij het openen van de hoofdschuiven le-

* Waterhoogten aangegeven in Stadspeil, overeenstemmend met het Nul Krijgsdepot (NKD), vergelijkingsvlak van Bruggen en Wegen.

FIG. 1 Overzichtsplan ruien en moerriolen.



dig het stelsel zich in een korte tijdspanne van 20 tot 25 minuten.

Daarbij worden er sterke stroomsnelheden opgewekt, die een goede doorspoeling bewerkstelligen.

Uitzonderlijk worden de ruien ook tijdens de nachteb geledigd, namelijk tijdens perioden van langdurige en hevige regenval, om het waterpeil in de ruien beneden een bepaald kritisch niveau te houden.

De uitmondungen van de ruien in de

Schelde zijn als sifon uitgevoerd en volledig onder de laagwaterstand gelegen, terwijl de bodemcota's ter hoogte van de hoofdschuiven gelegen zijn tussen 1,17 en 2,00 m.

Om aanslibbingen zoveel mogelijk te beperken, worden de ruien nog regelmatig extra gespoeld, door bij vloed — bij voorkeur vanaf een paar uur vóór hoogwater — Scheldewater in de ruien te laten, tot op een extra hoog (nog toelaatbaar) peil, waarna bij de volgende eb wordt geloosd.

De hoofdschuiven voor de bekken Brouwersvliet, St.-Pietersvliet, Suikerrui en St.-Jansvliet kunnen elektrisch aangedreven of met de hand worden bediend.

Aan de uitmonding van de bekken Scheldestraat en Van der Sweepstraat bevinden er zich automatische tuimelkleppen, waardoor deze riolen ook tijdens de nachteb worden geledigd.

Het bekken van de Brouwersvliet is normaal van de rest van het ruienstelsel afgesloten, door het dichthouden van de

schuif nr. 22 (figuur 1). Om overstromingen van kelders van aangrenzende firma's te vermijden mag het waterpeil in de Brouwersvliet niet boven de 3.00 m stijgen.

De bekken der St.-Pietersvliet, Suiker-
rui - Meir - Mechelse steenweg en St.-
Jansvliet kunnen, wat afwatering betreft,
als een geheel beschouwd worden, en
vormen het zogenaamde Centrale Bek-
ken.

De lediging ervan gebeurt, in normale
omstandigheden, langs de hoofdschuiven
aan de St.-Jansvliet, St.-Pietersvliet en
Koolkaai. De hoofdschuif aan de Suiker-
rui wordt tijdens de zomermaanden niet
meer geopend, wegens de nabijheid van
de vlotbrug der Flandriasscheppen.

Indien bij de vulling van het centrale
bekken het waterpeil circa 3,10 m
bereikt, kan het afvalwater wegvloeien
naar de hoofdriool van de Rubenslei en
vervolgens naar het pompgemaal aan de
Royerssluis (figuur 1). Bij lage water-
stand in de Schelde kan het afvalwater
hier rechtstreeks afvloeien. Bij hogere
waterstand wordt het in een verzamelput
gevoerd, die regelmatig wordt leegge-
pompt.

Afvloeiing van het centrale bekken naar
het bekken van de Scheldestraat is even-
eens mogelijk, vanaf de cota + 3.32 m
via de Justitiestraat en van het bekken
Scheldestraat naar de Broederminstraat
(vanaf het peil + 3.16 m). Op deze wijze
zijn bijkomende beveiligingen voorzien
tegen hoge waterstanden in het stelsel
(zie figuur 1).

Het bekken Van der Sweepstraat heeft
geen verbindingen met de overige bek-
kens en functioneert dus volledig afzon-
derlijk.

Voor het verzamelen van de afval- en re-
genwaters wordt het belangrijk
beschikbaar bergingsvolume van de
ruien op voldoende geveende wijze als
opvangreservoir benut.

D. Bergingsvolume en bergingscapaciteit van de ruien

Door het Waterbouwkundig Laborato-
rium werd het bergingsvolume van de
ruien in functie van de waterhoogte be-
paald, aan de hand van de beschikbare
detailplannen. De figuur 2 geeft het verloop
van het bergingsvolume in functie
van de waterhoogte voor de verschillen-
de deelbekkens afzonderlijk en voor en-
kele deelbekkens samengenomen.

Het bergingsvolume per hectare (of ber-
gingscapaciteit) wordt voor de verschil-
lende bekken eveneens op de figuur 2
weergegeven. De relatief geringe ber-
gingscapaciteit van het bekken Schelde-

straat in vergelijking met de overige bek-
kens blijkt hieruit.

Voor een vijfjaarlijkse bui van 130 l/
sec/ha moeten in 20 minuten ongeveer
49.000 m³ geborgen worden in de ruien
II en VI (afvloeiingscoëfficiënt 0,71 : zie
onder II.D.1), wat een stijging van het
waterniveau in deze ruien zou meebrengen
tot 3,85 m (of ongeveer de toelaatba-
re maximum cota van 3,80 m), indien bij
het begin van de regenbui, de ruien na
volledige lediging, van de Schelde zou-
den afgesloten worden.

II. ZUIVERING VAN DE AFVALWATERS DER RUIEN DROOGWEDERAFVOER, REGENAFVOER EN VERONTREINIGINGSLAST

A. Zuivering van de afvalwaters

Voor de zuivering van de afvalwaters
van een gedeelte der gemeenten Hobo-

ken, Wilrijk en Antwerpen wordt de op-
richting voorzien van een zuiveringssta-
tion op de gronden gelegen tussen de
Kleine Ring, de Groothandelsmarkt en
de zuidelijke petroleumininstallaties (fi-
guur 1).

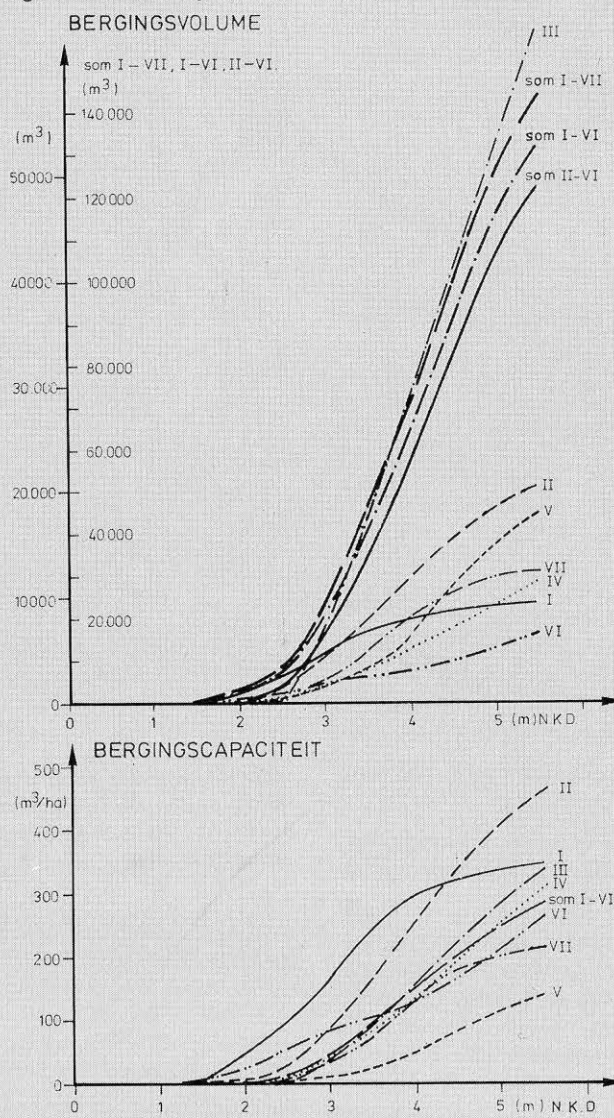
De afvalwaters van het stadscentrum
zullen in een volgend stadium gezuiverd
worden. Hiervoor is een uitbreiding
voorzien van het geplande zuiveringssta-
tion. Om de omvang van deze uitbrei-
ding te kunnen bepalen, moeten de de-
bieten en de verontreinigingsvracht van
het afvalwater bekend zijn.

B. De droogwederafvoer (DWA)

1. De metingen

Omwillen van de specifieke functionering
van het afwateringsstelsel is een klassie-
ke debietsbepaling door middel van snel-
heidsmolens moeilijk toe te passen.
Daarom gebeurde de debietsbepaling in
hoofdzaak door het meten van de vulling

FIG. 2 Bergingsvolume en bergingscapaciteit van de ruien en moerriolen.



van de ruïen in functie van de tijd. Om de waterhoogten in de ruïen continu te bepalen, werd een meetnet van limnigrafen ontworpen. De limnigrafen (van een pneumatisch type - Arkon) werden opgesteld zoals op de figuur 1 wordt aangegeven, namelijk aan de Steenhouwersvest (L_1), de Maria Henriëttalei (L_2), de Brouwersvliet (L_3), de St.-Pietersvliet/Tolhuis (L_4), de Minderbroedersruï-/Wijngaardbrug (L_5), de Scheldestraat/Cockerillkaai (L_6), de Van der Sweepstraat (L_7) en het St.-Jansplein (L_8). Het eerste toestel werd opgesteld aan de Steenhouwersvest op 21 december 1978. Het laatste werd vanaf 1 april 1980 in het meetnet opgenomen.

De limnigrafische waarnemingen werden van dag tot dag uitgewerkt, om zowel de droogweder- als de regenafvoer te kunnen bepalen.

De continue registraties laten immers toe op ieder ogenblik te bepalen welk volume afvalwater zich in de ruïen bevindt en dus ook het gemiddeld gebied te bepalen tussen twee tijdstippen.

Om de netto droogwederafvoer te kennen moet hierbij rekening gehouden worden met eventuele regenafvoer, het lekverlies door het onvolledig afsluiten van sommige hoofdschuiten of kleppen en met het eventueel inlaten van Scheldewater voor het spoelen.

De voor de netto droogwederafvoer weerhouden debieten werden uur per uur in grafiek gebracht, om het gemiddeld debietsverloop over een dag te bepalen.

Om een schatting van de volumes binnenlekkend Scheldewater te kunnen maken werden aan de verschillende hoofdschuiten en kleppen, geleidbaarheidsmetingen uitgevoerd. Hierbij werd het chloridegehalte bepaald in functie van het variërend chloridegehalte van het Scheldewater, en daaruit ook het volume Scheldewater dat langs de hoofdschuiten binnenlekt.

De debietsbepaling gebeurde op de hoger beschreven wijze, met uitzondering van het bekken St.-Jansplein - stadspark, waar wegens het voorkomen van een continue, zij het niet permanente stroming, debietsmetingen met behulp van snelheidsmolens werden uitgevoerd.

Tijdens de maand augustus 1979 kon de droogwederafvoer voor het bekken van de Scheldestraat door metingen met een overlaat bepaald worden omdat het afvalwater dan rechtstreeks naar de Schelde werd gepompt tijdens werken aan de tuimelklep.

2. De meetresultaten

De DWA-metingen namen een aanvang april 1980 en werden uitgewerkt tot maart 1981. Het was dus mogelijk een gemiddelde droogwederafvoer te bepalen over een volledig meetjaar en ook het verloop over een dag, en dit voor ieder deelbekken.

Op de figuur 3 werden voor de deelbekkens en voor het volledig onderzochte gebied de gemiddelde verlopen over een dag van de droogwederafvoer weergegeven. De gemiddelde waarden en ook de uiterste waarden zijn opgenomen in de tabel 2.

Volgens deze metingen bedraagt de gemiddelde droogwederafvoer van de volledige beschouwde zone (bekkens I tot en met VII) 0,233 m³/s en bedragen de uiterste waarden over een dag, gemiddeld genomen, respectievelijk 0,340 m³/s en 0,130 m³/s. De uiterste minimale en maximale waarden bedragen respectievelijk 0,111 m³/s en 0,380 m³/s. Een maximum situeert zich omstreeks de middag, een minimum doet zich tijdens de vroege ochtend, omstreeks vier uur, voor. Een lichte bijkomende verhoging van de afvoer is tijdens de avonduren merkbaar, omstreeks 7-8 uur (figuur 3).

De gemiddelde droogwederafvoer blijkt voor het beschouwde gebied circa 2,5 maal groter te zijn dan deze die voor een stad met 50.000 inwoners door K. Imhoff wordt opgegeven (Taschenbuch der Stadtentwässerung - uitgave 1956), te verklaren door de belangrijke toename van het waterverbruik gedurende de laatste decennia.

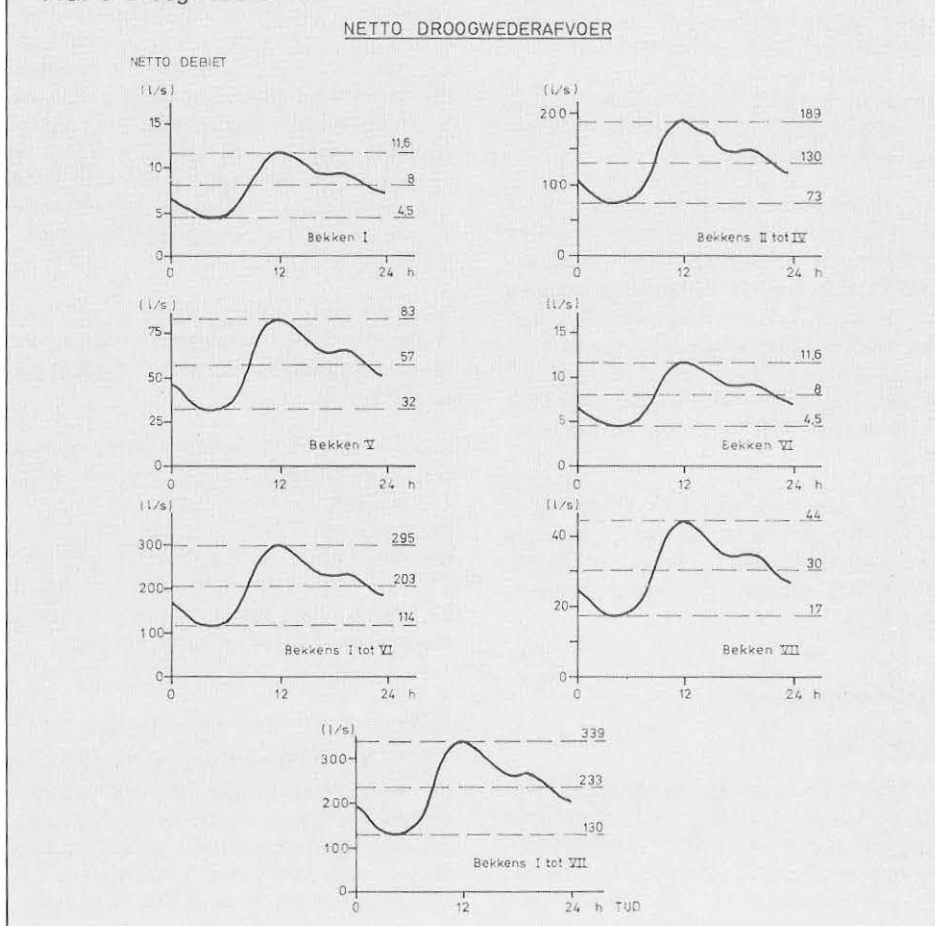
C. De verontreinigingslast

Om de verontreinigingslast te bepalen werden watermonsters genomen gedurende een vertraagde lediging (2 uur in plaats van de normale 25 minuten) van de ruïen. Enerzijds werden mengmonsters samengesteld, door het water tijdens de meting continu vanaf de bodem op te pompen en in een fles te verzamelen. Anderzijds werden ook deelmonsters aan de oppervlakte genomen.

De ontleding van deze monsters werden door het Provinciaal Instituut voor Hygiëne van Antwerpen verricht.

De volgende parameters werden hierbij bepaald: temperatuur, pH, zuurstof ter plaatse, BOD, COD, bezinkbare stoffen na 2 u., zwevende stoffen (droogrest bij

FIG. 3 Droogwederafvoer.



TABEL 2. - Debeten bij droogwederomstandigheden.

Netto debiet (l/s)			
Bekken	Gemiddeld	Uiterste Minimum	Uiterste Maximum
I	8	4	13
II + III + IV	130	62	212
V	57	27	93
VI	8	4	13
Subtotaal	203	97	331
VII	30	14	49
Totaal	233 (= Q 24)	111	380

105° C en gloeirest bij 600° C), stikstof Kjeldahl, nitraten, nitrieten, ammonium, orthofosfaten, chloriden en de anionische detergenten.

De verontreinigingsvracht werd bepaald door de concentraties van het mengmonster te vermenigvuldigen met het overeenkomstig dagdebiet.

Met de deelmonsters werd eveneens de verontreinigingsvracht bepaald, waarbij bij de bepaling van het overeenkomstig debiet, rekening werd gehouden met het gedurende de metingen uit de zijriolen toestromende afvalwater en met eventuele regenheerslag.

Zowel voor meng- als deelmonsters, werd ook het inwonerequivalent bepaald, volgens de hiervoor aan te nemen coëfficiënten (K.B. 26-3-1971).

De tabel 3 geeft een overzicht van de verontreinigingsvracht voor de verschillende deelbekkens.

De gehalten aan zwevende stoffen vertonen lage waarden, veroorzaakt door het onvolkomen meeslepen van vooraf bezonken slib bij de vertraagde lediging van de ruïen. Het werkelijk aantal eenheden verontreinigende belasting aan zwevende stoffen is dus hoger dan in tabel 3 wordt aangegeven. Het aantal eenheden COD wordt hierdoor ook te laag begroot.

Volgens deze metingen kan de verontreinigingslast van het totale onderzocht gebied globaal geschat worden op 75.000 tot 95.000 eenheden verontreinigende belasting.

D. De regenafvoer

1. De metingen

Voor de bepaling van de regenafvoer in functie van de neerslag werd het meetnet uitgebreid met een vijftal pluviografen die opgesteld werden aan de St.-Jansvliet (P₁), de Nieuwe KNS (P₂), de Suikerrui (P₃), de Timmerwerfstraat (P₄) en aan de

Harmonie (P₅). Op de figuur 1 is de ligging ervan aangeduid.

De pluviografische waarnemingen lieten toe voor iedere regenbui de lokale duur en regenhoeveelheden te bepalen. De totale regenhoeveelheid over het ganse bekken werd met de methode van Thiesen bepaald.

Voor de periodiciteit werden de formules van Rheinhold en Laurant angewend.

De regenafvoer kon, voor zover de hoofdschuiten niet ontijdig geopend werden, bepaald worden aan de hand van de limnigrafische waarnemingen (vullingsmetingen). Om de nettoregenafvoer te kennen werd de droogwederafvoer en het langs de hoofdschuiten binnenlekkend Scheldewater afgetrokken. De afvloeiingscoëfficiënten die volgens deze metingen gevonden werden als verhouding tussen regenafvoer en regen-neerslag blijken vrij goed overeen te stemmen met de waarden die men voor een gelijkaardige stedelijke agglomeratie volgens de literatuurgegevens kan bepalen (zie tabel 1).

Voor alle regenbuien tijdens de meetperiode, werd het afgevoerd volume begroot met behulp van deze afvloeiingscoëfficiënten.

Als grootste af te voeren volume tijdens een neerslagperiode van 30 uur werd 113.500 m³ gevonden tijdens de waarnemingsperiode. Het overeenkomstig gemiddeld debiet bedroeg hierbij ongeveer 1 m³/s. Als grootste debiet werd 22,7 m³/s, voor een totaal af te voeren volume van 20.000 m³ waargenomen.

2. Regenafvoer en bergingsvolume

Het af te voeren regenwater, dat thans in de ruïen opvangen en gestockeerd wordt, om het omstreeks laagwater in de Schelde te lozen, zal in de toekomst, tenminste gedeeltelijk en tesamen met het afvalwater continu naar het zuiveringsstation moeten afgevoerd worden. Het

TABEL 3. - Gemiddelde verontreinigingsvracht in eenheden verontreinigende belasting.

Bekken	Inwoners tijdens meetperiode 1980-81	Zwevende stoffen	B.O.D.	C.O.D.	Kjeldahl stikstof	Equivalent inwoner	
						Nederlandse formule	Franse formule
I	1.730	1.400	1.760	3.550	4.700	3.880	2.350
II + III + IV	25.770	10.570	37.930	23.260	32.590	25.960	22.870
V	18.005	5.340	11.360	14.110	16.360	14.850	10.390
VI	2.315	14.570	13.040	14.910	24.350	17.540	16.670
Subtotaal	47.820	31.880	64.360	55.830	78.000	62.230	52.280
VII	6.080	32.620	13.440	11.970	17.600	13.570	26.920
Totaal	53.900	64.500	77.800	67.800	95.600	75.800	72.900

beschikbaar bergingsvolume van de ruïen dient hierbij in ieder geval zoveel mogelijk benut.

Er werd dan ook onderzocht welk volume afval- en regenwater in de ruïen moet kunnen gestockeerd worden bij verschillende werkingsdebieten naar het zuiveringsstation, en dit voor de werkelijke situatie, waarbij enkelvoudige buien of buienreeksen kunnen optreden, bij gesloten stand van de hoofdschuiten naar de Schelde. De uitwerking van de meetgegevens over een periode van 2 1/2 jaar, leverde voor de maximaal te stockeren volumes waarden op, bij verschillende werkingsdebieten, die in functie van de periodiciteit van de neerslag worden weergegeven op de figuur 4. Onderzochte werkingsdebieten :

$$Q = (0, 2, 3, 4, 5 \text{ en } 6) \times Q_{18} \text{ l/s,}$$

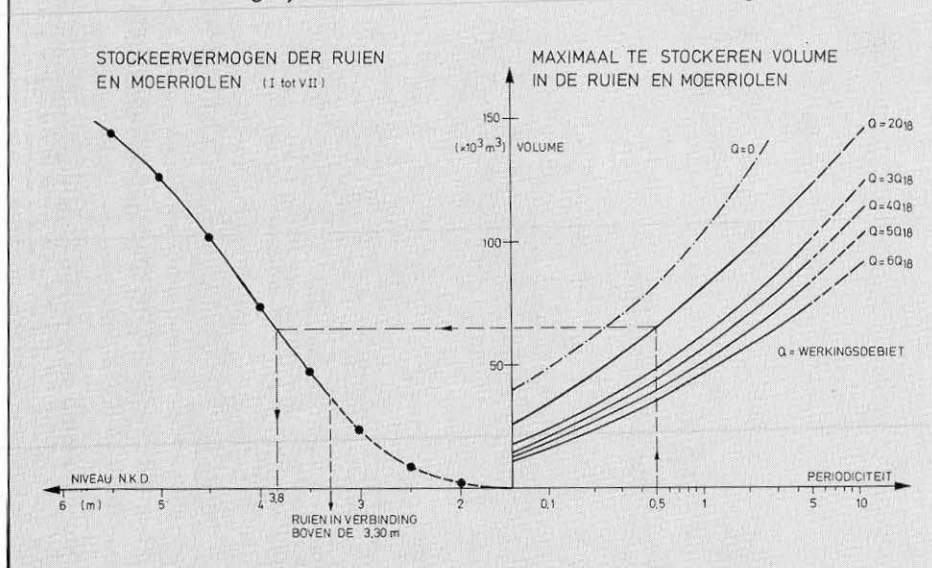
$$\text{met } Q_{18} = Q_{\text{gem}} \times \frac{24}{18} = 310 \text{ l/s.}$$

Aan de hand van het verband tussen deze te stockeren volumes en de overeenstemmende waterstand in de ruïen (zie ook figuur 4) kan opgemaakt worden welke debieten men zou moeten afvoeren om het waterpeil in de ruïen beneden een bepaald toelaatbaar peil te houden, en dit voor een zekere periodiciteit van regenheerslag. Ingevolge overleg met de betrokken diensten werd aangenomen dat het waterpeil in de ruïen, globaal genomen beneden de 3,80 m dient gehouden voor een werkingsdebiet van 2Q₁₈. De overeenstemmende periodiciteit bedraagt dan 0,5.

Men acht het dus aanvaardbaar dat het peil 3,80 m gemiddeld genomen twee maal per jaar wordt overschreden.

Deze periodiciteit zou voor grotere werkingsdebieten dan 2Q₁₈, gevoelig kunnen toenemen. Voor het ontwerpen van het zuiveringsstation en van de toeverriolen is het evenwel van belang het debiet te beperken.

FIG. 4 Stockeermogelijkheden der ruien voor verschillende werkingsdebieten.



Bij overschrijding van het peil 3,80 m kan het overtollige water rechtstreeks op de Schelde geloosd worden, indien de ogenblikkelijke getijstand in de Schelde het toelaat.

Bij de bestudering van de werkingsvoorwaarden voor de ruien afzonderlijk, werd vastgesteld dat het bekken Brouwersvliet best niet in rechtstreekse verbinding met de overige ruien blijft (overstromingsgevaar in aangrenzende kelders voor waterstanden boven de 3 m), terwijl het bekken Scheldestraat, wegens de relatief geringe bergingscapaciteit bij voorkeur wel op het globale stelsel aangesloten blijft.

III. MOGELIJKE AFVOER NAAR HET ZUIVERINGSSTATION TOEKOMSTIGE FUNCTIE VAN DE RUIEN

De open terreinen in de nabijheid van de stad, die in aanmerking komen voor de ligging van het toekomstig zuiveringsstation, liggen ofwel te dicht bij de woonzones, ofwel zouden ze bijzondere moeilijkheden van technische aard opleveren.

Het is dus aangewezen voor de zuivering van de afvalwaters van het stadscentrum een uitbreiding te voorzien van het geplande zuiveringsstation voor de Zuidsector.

De afvalwaters van de ruien kunnen in een verzamelriool afgevoerd worden die in de rijweg langs de Scheldekaden, vanaf de Brouwersvliet naar een aansluitingsmond (« wachtbuis ») ten zuiden van de stad zou lopen. Wegens de diepe ligging van de ruien (de bodem van de

Brouwersvliet bevindt zich op ongeveer 6 m onder straatpeil) is afvoer onder vrij verval in een verzamelriool, die onder de ruien door zou aangelegd worden, moeilijk uitvoerbaar. Deze riool zou van 8 tot 13 m in open uitgraving moeten aangelegd worden. Het ondergronds doorperren van een dergelijke verzamelriool over stroken van circa 300 m is technisch mogelijk maar aanzienlijk duurder dan de weerhouden oplossing.

De mogelijke aanleg van een verzamelriool die de afvoer van het afvalwater onder druk zou verzekeren werd eveneens overwogen. Hoewel de realisatie hiervan hydraulisch mogelijk is, werd deze oplossing niet weerhouden noch diepgaand onderzocht wegens de complexe bedrijfsregelingen die hieruit zouden volgen.

Als meest aangewezen oplossing geeft men de voorkeur aan een afvoer onder vrij verval in een verzamelriool waarvan het tracé de kaden zou volgen en waarvan de diepteligging zou beperkt blijven tot $\pm 3,50$ m onder het straatniveau. Het afvalwater uit de ruien en moerriolen zou door pompen in de verzamelriool gebracht worden, terwijl het afvalwater van deze laatste eveneens zou opgepompt worden naar een hoger niveau telkens de diepteligging de 3,50 m zou overschrijden.

Op de figuur 5 worden de belangrijkste karakteristieken en werkingsgegevens voor deze mogelijke oplossing samengevat en schetsmatig weergegeven.

De afmetingen van de verzamelriool werden berekend volgens de weerhouden werkingscriteria. Het af te voeren gemiddeld

deld debiet bedraagt dus $2Q_{18}$ (voor het totale bekken: $2Q_{18} = 0,620 \text{ m}^3/\text{s}$).

Als minimum voor de stroomsnelheden in de verzamelriool om mogelijke aanslibbingen te beperken werd ongeveer $0,60 \text{ m/s}$ aangenomen. Als ruwheidscoëfficiënt van de (betonnen) wanden werd bij toepassing van de formule van White - Colebrook - Thijsse, $k = 1 \text{ mm}$ aangenomen.

Voor een cirkelvormige dwarssectie stemmen hiermede volgende diameters overeen :

Brouwersvliet - St.-Jansvliet
0,50 m over een lengte van 1.000 m

St.-Jansvliet - Scheldestraat
0,70 m over een lengte van 690 m

Scheldestraat - Van der Sweepstraat
0,80 m over een lengte van 810 m

Van der Sweepstraat - Wachtbuis
0,90 m over een lengte van 560 m

De totale lengte van de verzamelriool bedraagt 3.060 m.

Deze oplossing vergt de installatie van in totaal acht pompstations.

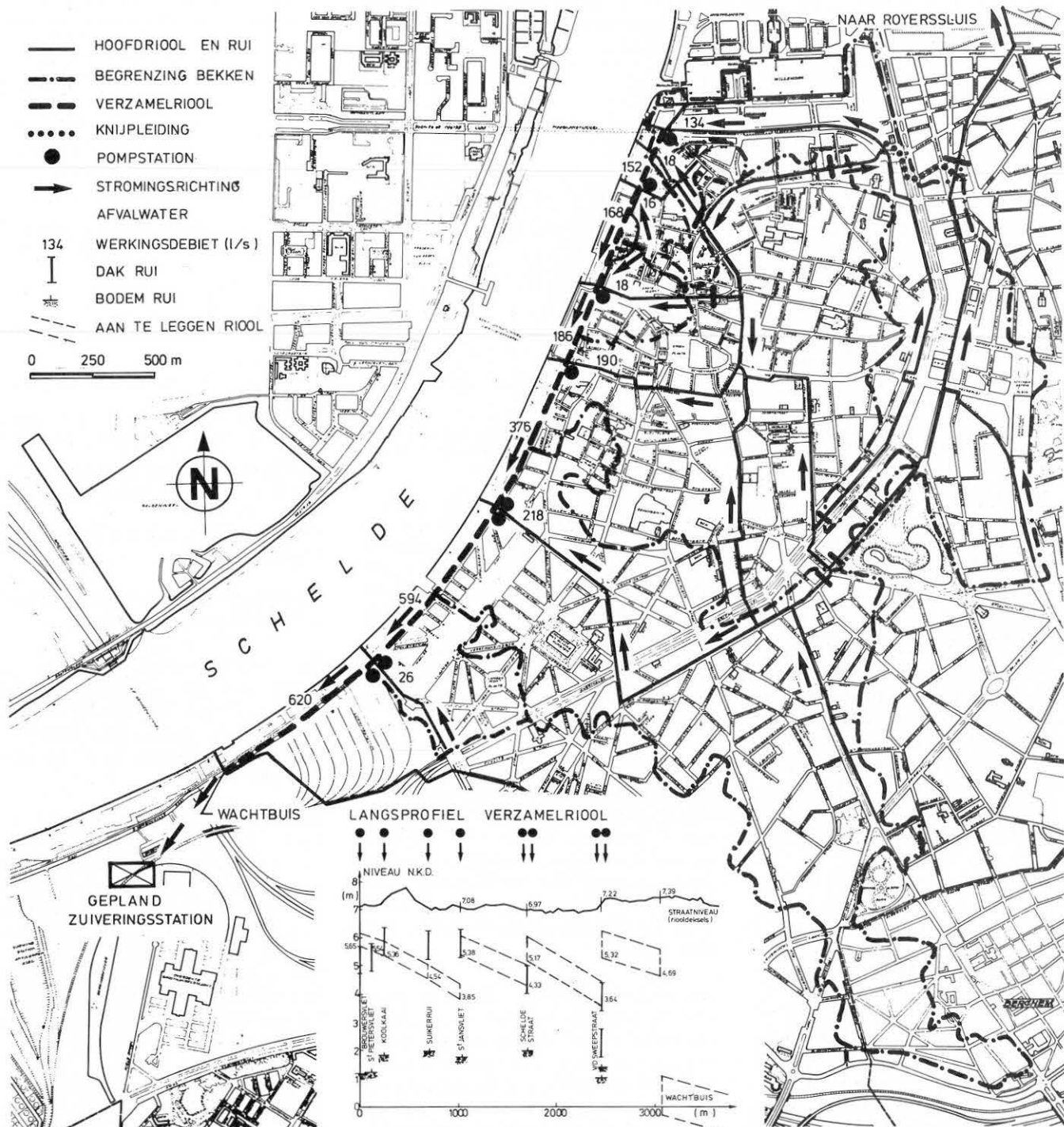
Het bergingsvermogen van de ruien wordt door het gering werkingsdebiet maximaal benut. De kans dat het globale waterpeil de aangenomen 3,80 m zou overschrijden is zoals hoger vermeld, 2 maal per jaar.

Door het aanbrengen van gepaste overstortschuiven en/of tuimelkleppen aan de uitmonding van de ruien in de Schelde, kan, voor zover de rivierwaterstand het toelaat, het overtollig regenwater rechtstreeks op de Schelde geloosd worden, bij overschrijding van deze cota. De bestaande hoofdschuiven kunnen dan behouden blijven, wat het extra spoelen van de ruien met Scheldewater ook in de toekomst zou mogelijk maken.

De ruien zelf kunnen eventueel, om de aanslibbingen te beperken, geherprofileerd worden en van DWA-kanalen voorzien.

Om te vermijden dat de kelders van aangrenzende firma's langs de Brouwersvliet zouden overstromen kan het bekken van de overige ruien afgesloten worden. De afvoer van het bekken St.-Jansvliet - stadspark (VII) kan overigens naar dit bekken afgeleid worden. Om het debiet tot maximum $2Q_{18}$ te beperken kan een zogenaamde knijpleiding tussen beide deelbekkens voorzien worden. Overtollig regenwater kan, zoals het thans gebeurt, verder langs de Royerssluis worden afgevoerd.

FIG. 5 Schets van mogelijke afvoer naar zuiveringsstation : verzamelriool onder vrij verval met tussengemalen.



KOSTENRAMING

Hoewel van de weerhouden oplossing geen uitgewerkt project werd opge-maakt, kan, uitgaande van de grote lij-nen ervan, een zeer globale kostenra-ming worden opgemaakt.

De aanleg van een verzamelriool onder vrij verval bij maximale ingraving van 3,50 m diepte over 3.060 m (figuur 5) met inbegrip van de acht pompstations (met pompen) maar zonder enige werken

in de ruïen zelf of aan de schuiven ervan, wordt, op basis van prijzen dd. mei 1982, op 56 miljoen BF geschat.

BESLUIT

Door het bestuderen van de functione-ring van het ruïenstelsel, gepaard gaande met intensieve terreinmetingen werden de belangrijkste basisgegevens en inzicht

ten verkregen die onontbeerlijk zijn voor het opmaken van het uiteindelijke pro-ject voor de zuivering van de afvalwaters van het Antwerps stadscentrum.

Voor de afvoer van de afvalwaters naar het gepland zuiveringsstation ten zuiden van de stad, wordt een verzamelriool on-der vrij verval met tussengemalen, waar-van het tracé de kaden volgt van Noord naar Zuid, als meest aangewezen oplos-sing voorgesteld.